



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO (ESTUDO DE
CASO: BACIA DO RIO MARANHÃO: FERCAL, DF)

Felipe Gomes Sena

Prof. Dra. Suzan Waleska Pequeno Rodrigues

Orientadora

Brasília

Maio, 2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO
AMBIENTAL

Felipe Gomes Sena

ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO (ESTUDO DE
CASO: BACIA DO RIO MARANHÃO: FERCAL, DF)

**Artigo de especialização em
geoprocessamento ambiental
apresentada à banca examinadora
do Instituto de Geociências como
exigência para obtenção do título de
Especialista em Geoprocessamento.**

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra Suzan Waleska Pequeno Rodrigues _____

Prof. Dr. Henrique Llacer Roig _____

Prof. Dr. Jeremie Garnier _____



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO
AMBIENTAL

Felipe Gomes Sena

ANÁLISE DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO (ESTUDO DE
CASO: BACIA DO RIO MARANHÃO: FERCAL, DF)

**O presente trabalho de
conclusão de curso foi realizado no
formato de artigo. Submetido para a
Revista Brasileira de Cartografia em
29/05/2019.**

Brasília

Maio, 2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

GF315a Gomes Sena, Felipe
 Análise de suscetibilidade à erosão (Estudo de Caso:
Bacia do Rio Maranhão: Fercal, DF) / Felipe Gomes Sena;
orientador Suzan Waleska Pequeno Rodrigues . -- Brasília,
2019.
 23 p.

 Monografia (Especialização - Geoprocessamento Ambiental)
- Universidade de Brasília, 2019.

 1. Suscetibilidade à erosão. 2. Sistema de Informação
Geográfica. 3. Fercal. I. Pequeno Rodrigues, Suzan
Waleska, orient. II. Título.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma combinação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto utilizadas para análise de suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa, tendo como área de estudo a Região Administrativa XXI – Fercal, Distrito Federal e seus arredores, englobando uma sub-bacia do Rio Maranhão. A área é localmente conhecida por seu relevo acidentado, construções simples e pela atividade minerária da indústria cimenteira. Foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica como ferramenta para fundamentar a análise. Foram utilizados os fatores geologia, solo, uso da terra, declividade e direção de vertente, os quais foram atribuídos escalas de suscetibilidade, apoiado em diversos autores. Entre os fatores foram atribuídos pesos a partir de Avaliação Multicritério a fim de se obter um resultado mais coeso. O produto final consiste em mapa de suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa. Como forma de validar o produto final, este foi confrontado com as áreas de risco na região previamente mapeadas pela Defesa Civil.

PALAVRAS-CHAVE: Suscetibilidade à erosão. Sistema de Informação Geográfica. Fercal.

ABSTRACT

The present work presents a combination of geoprocessing and remote sensing techniques used to analyze susceptibility to erosive processes and mass wastings, being the study area the Administrative Region XXI - Fercal, Federal District and its surroundings, encompassing a subbasin of the Rio Maranhão. The area is locally known for its rugged relief, simple constructions and mining activity of the cement industry. The Geographic Information System was used as a tool to support the analysis. The factors geology, soil, land use, slope and aspect were used, which were assigned scales of susceptibility, supported by several authors. Among the factors were weights assigned from Multicriteria Evaluation in order to obtain a more cohesive result. The final product consists of a map of susceptibility to erosive processes and mass movements. As a way of validating the final product, this was confronted with the areas of risk in the region previously mapped by Civil Defense.

KEYWORDS: Susceptibility to erosion. Geographic Information System. Fercal.

* * *

1 Introdução

Os processos erosivos são um dos fenômenos naturais responsáveis pela modelagem da superfície da Terra ao mesmo tempo em que podem trazer prejuízos à atividade humana em escala mundial. Infanti Jr. (1998) define por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas. Os principais gatilhos para esse fenômeno são as chuvas e o vento, sendo controlados por características do meio físico como: solo, geologia, geomorfologia e a presença ou não de cobertura vegetal. Entende-se, no entanto, que em grande parte sua ocorrência é acelerada por atividades antrópicas. Magalhães (1995) subdivide o processo em erosão laminar, ravinamentos e voçorocas. Ademais, Fiori (2015) expõem que em níveis extremos de pluviosidade, e sob efeito de ocupação desordenada, devido, além de outros aspectos, à mudança na geometria de taludes naturais, processos conhecidos como movimentos de massa podem ocorrer. Augusto Filho (1992) subdivide o processo em quatro classes: rastejos, escorregamentos, quedas e corridas.

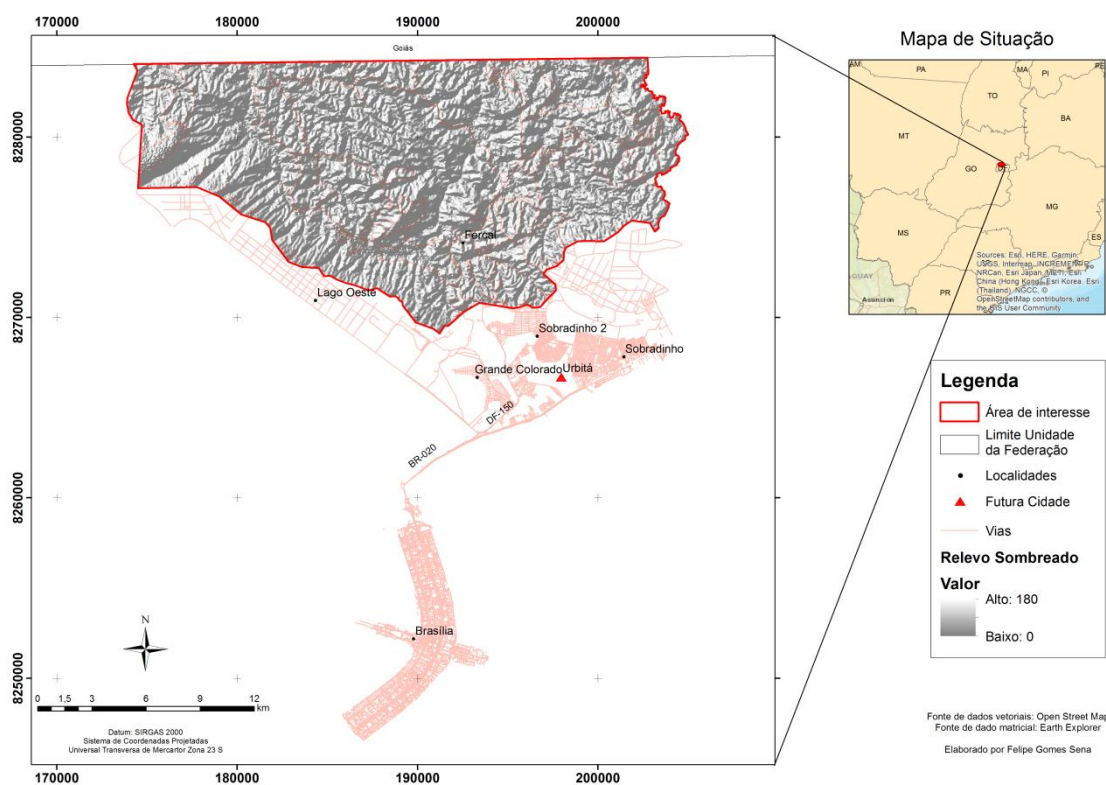
A ocorrência desses eventos está aumentando nas últimas décadas de acordo com Alcántara-Ayala (2002), o que pode ser explicado pela expansão urbana para áreas perigosas, como regiões com relevo acidentado e de solos profundos, bem como por conta de ações antrópicas como o desflorestamento de encostas e o aumento de carga em taludes naturais.

Mapas de suscetibilidade servem como instrumento norteador aos tomadores de decisão no que se refere ao planejamento e ordenamento territorial. O presente trabalho busca produzir um mapa temático, separado por classes de suscetibilidade, mostrando a distribuição espacial de áreas mais suscetíveis a processos erosivos. Dessa forma, evita-se a perda material e social ao não permitir a expansão de áreas urbanas para áreas vulneráveis ou ao implementar obras para estabilização de taludes e controle da erosão em áreas onde a presença de infraestrutura urbana já existe.

2 Área de estudo

A região de interesse faz parte de uma sub-bacia do Rio Maranhão, na parte norte do Distrito Federal e tem uma área de 31.807,44 ha, cálculo feito utilizando a Projeção Equivalente de Albers, por meio do Sistema de Informação Geográfica. Compreende a mais nova Região Administrativa (RA) do Distrito Federal, a Fercal, além de parte das RAs de Sobradinho e Sobradinho II. A Figura 1 mostra o acesso à área.

Figura 1 - Localização e vias de acesso



O estudo da área se justifica pelas altas declividades nos terrenos e pela identificação de áreas de risco na região, apresentando ameaças e suscetibilidades geotécnicas, estruturais e ambientais. A Defesa Civil (2017) emitiu, a partir da Coordenação de Planejamento, Monitoramento e Controle da Subsecretaria do Sistema de Defesa Civil – SUDEC, relatório em que apresentou oito áreas de risco nos bairros que compõem a RA. Não

obstante, por se tratar da mais recente fronteira de ocupação, a região norte do DF vem enfrentando problemas de ocupação desordenada. Fato que pode se agravar com a mais nova aposta imobiliária na região, a cidade Urbitá, que possivelmente atrairá trabalhadores para prestar serviço na indústria de agregados que existe na região da Fercal.

O solo da região é representado por cambissolo, argissolo vermelho-amarelo, nitossolo, latossolo vermelho, latossolo vermelho-amarelo, espodosolo e plintossolo (REATTO et al., 2004).

A geomorfologia da área de estudo é marcada pela Chapada da Contagem com altitude média de 1200m, modelada sobre os quartzitos, metarritimitos e filitos. Os rebordos são entalhados por erosão fluvial e erosão regressiva, que corresponde à unidade geomorfológica Região Dissecada de Vale, com altitude média menor que 1000m (FARIA,1997).

O uso do solo na região é parcelado em áreas urbanas, além da Fercal, há também na região outras 14 comunidades habitacionais, com destaque para o Queima lençol e Engenho Velho. Além disso, há também áreas não antropizadas, subdivididas em áreas de formação florestal e não florestal e áreas antropizadas, destacando áreas de pastagem, agricultura e mineração.

O Distrito Federal e seu entorno estão localizados no setor oriental da Província Estrutural do Tocantins, mais precisamente na porção centro sul da Faixa de Dobramentos Brasília, como descrito em Almeida e Hasui (1984) e Marini et al (1981). São rochas de idade Meso/Neoproterozóico, representadas pelos grupos Canastra e Paranoá, Araxá e Bambuí além de coberturas do Terciário-Quaternário.

Os depósitos quaternários são compostos por aluviões fluviais e lacustres, depositados nas margens dos cursos d'água, dentre os materiais encontram-se argilas, lateritos, areias siltosas (CODEPLAN, 1975).

Os depósitos terciários são caracterizados por coberturas detrítico-lateríticas, composto principalmente por lateritas concrecionais limoníticas (canga), solos lateríticos, latossolos vermelho-amarelos. (CODEPLAN, 1975).

Já o Grupo Paranoá é subdividido em unidade R3, descrita como a fácies metarritimito arenoso que se caracteriza pela alternância de camadas arenosas a pelíticas onde predominam as primeiras e emprestar caráter rítmico à rocha; unidade Q3, fácies quartzito médio, possui granulometria grossa e microconglomerática, constituídos essencialmente de quartzo e sericita; unidade R4, fácies metarritmito argiloso, que apresenta alternâncias de metassiltito e metargilito e quartzitos finos em camadas predominantemente centimétricas, com certo domínio da fração silte-argila; e unidade PC, fácies psamo pelito carbonatada, com metargilitos, ardósias, metamargas, lentes de calcário e calcarenitos.

No vale do Rio Maranhão, o Grupo Canastra está representado por filitos variados com delgadas intercalações de quartzitos finos ou sem elas, e por lentes de mármore associadas lateralmente a calcifilitos, sendo nessa região mais comuns as ocorrências de fácies de filitos carbonosos bastante ricas em matéria orgânica.

3 Materiais e métodos

Para se atingir o objetivo proposto foram considerados fatores do meio físico que corroboram para os processos erosivos. Os dados têm origens distintas, como mostrado no Quadro 1. Todas as operações de geoprocessamento são feitas utilizando o *software ArcGis 10.1*.

Quadro 1 – Fatores considerados com respectivas fontes e escala de mapeamento e critérios utilizados para escala de suscetibilidade.

Fatores	Escala	Critérios	Fonte
Geologia	1:100.000	Tempo geológico e fragilidade	Faria 1997
Pedologia	1:100.000	Maturidade pedogenética	Reatto 2004
Mapeamento de uso	Baseado em	Áreas naturais e	FBDS/MapBiomias

da terra para o Cerrado	imagens RapidEye com resolução de 5m.	áreas antropizadas	
Declividade	1 Arc-segundo (30 metros)	Variação de declividade	USGS/SRTM
Direção de Vertente	1 Arc-segundo (30 metros)	Vertentes sul, ou sub-paralelas a descontinuidades geológicas	USGS/SRTM

Fonte: Elaborado pelo autor

Tendo por base os mapeamentos de solos (tipo), geologia (litologia), mapeamento de uso da terra para o cerrado (tipo de uso), além dos processamentos de dados do Modelo Digital de Elevação para a obtenção da declividade do terreno e direção de vertente (classe), gerou-se um banco de dados com os respectivos dados vetoriais.

Foram propostos valores empíricos numa escala de 1 a 5 para cada um desses fatores, como descrito em Crepani et al. (1996) e Nascimento (2009) e adaptado para o presente trabalho, a depender da fragilidade dessa variável a processos erosivos. Para isso, criou-se nas respectivas tabelas de atributo o campo “escala”.

4 Resultados

4.1 Escalas de suscetibilidade e confecção de mapas temáticos

Para o fator **geologia** foi considerado o grau de coesão das rochas que compõem a área de estudo, que está relacionado à história geológica da região, como mostrado na Tabela 1. No caso, rochas proterozóicas, por terem sido expostas a eventos tectônicos que lhes submeteram a altas taxas de temperatura e pressão, durante a colisão brasileira, tendem a ser mais coesas do que materiais mais recentes que não foram submetidos a tal

evento. Crepani et al. (2001) considera que, por se tratar de um agregado de minerais, a resistência ao intemperismo das rochas depende dos minerais que a formam e por isso acrescenta em seus estudos a força das ligações atômicas que compõem uma determinada rocha. A distribuição espacial dos tipos litológicos e a classificação de acordo com sua respectiva escala de suscetibilidade à erosão é mostrada na Figura 2.

Tabela 1 - Valores de suscetibilidade à erosão para unidades litológicas.

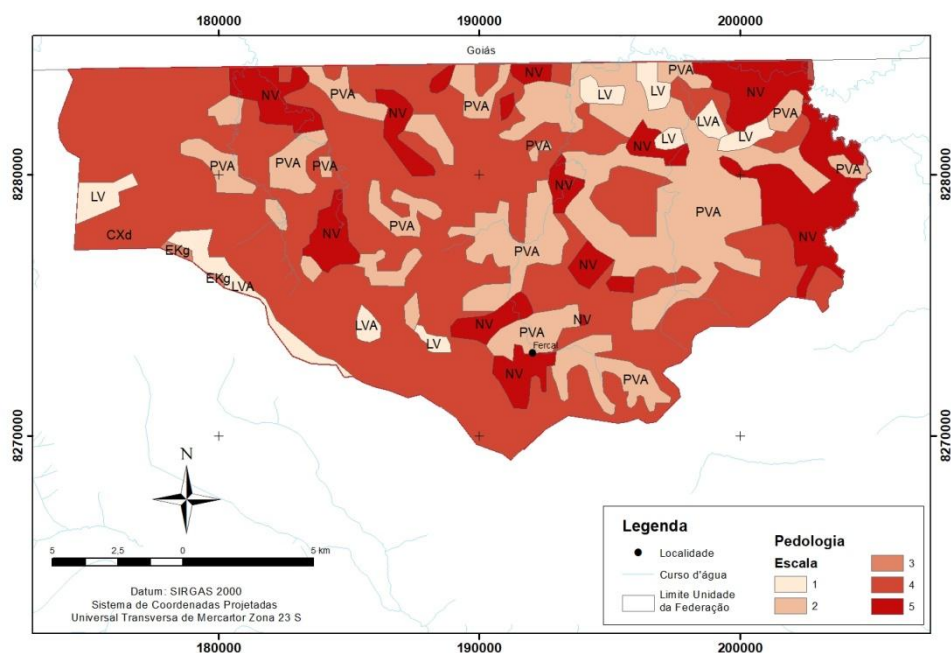
Sigla	Idade	Litologia	Suscetibilidade
Qal	Quaternário	Depósitos aluvionares	5
TQdl/lt	Quaternário/Terciário	Latossolos e lateritas	5
MPpac	Mesoproterozóico	lentes de calcário	4,8
MPpac	Mesoproterozóico	Argilo-Carbonatada - Metargilito, ardósia, metamargas, metassiltitos,	3,6
MPpq3	Mesoproterozóico/Neoproterozóico	Quartzito médio - Quartzito cinza-claro a branco	1
MPpr4	Mesoproterozóico/Neoproterozóico	Metarritmito Argiloso – Metarritmitos argilosos, compostos de metassiltitos, metargilito e quartzitos	2,9
MPccx	Mesoproterozóico	Calcixisto –	2,83

Letra símbolo das classes	Classes de Solos	Suscetibilidade
NV	Nitossolos	5
CXd	Cambissolo	4
EKg	Espodossolo + Plintossolo	3
PVA	Argissolo Vermelho- Amarelo	2
LVA	Latossolo Vermelho- Amarelo	1
LV	Latossolo Vermelho	1

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (1996), Reatto et al (2004), Nascimento (2009).

Isto é, aos solos mais maduros foi atribuída uma menor suscetibilidade, ao passo que solos menos desenvolvidos recebem valores mais altos. Isso se deve ao fato de que ambientes estáveis favorecem a formação e o desenvolvimento dos solos, sendo encontrado nesses ambientes solos bastante intemperizados e desenvolvidos. Por outro lado, quando o ambiente é instável, este favorece a formação de relevo e por consequência existe um predomínio dos processos de erosão do solo (CREPANI ET AL., 1996).

Figura 3 – Mapa pedológico classificado por escala de suscetibilidade à processos erosivos



Fonte: Adaptado de Reatto (2004)

Para a classificação do fator **Uso da terra**, Tabela 3 e Figura 4, utilizou-se como critério a densidade da cobertura vegetal, já que esta funciona como uma couraça protetora do solo frente à ação das gotas da chuva por meio da interceptação da água pela estrutura da vegetação localizada acima da superfície do solo, como explica Galetti (1987). Desta forma, a cobertura vegetal reduz a velocidade da gota da chuva e retira parcialmente a energia cinética das mesmas, responsável por causar ruptura dos agregados, Guerra (2012). Por outro lado, a remoção da cobertura vegetal, parcial ou total, torna o terreno exposto, facilitando o escoamento pluvial concentrado e diminuindo a infiltração de água no solo (ROSS 1991).

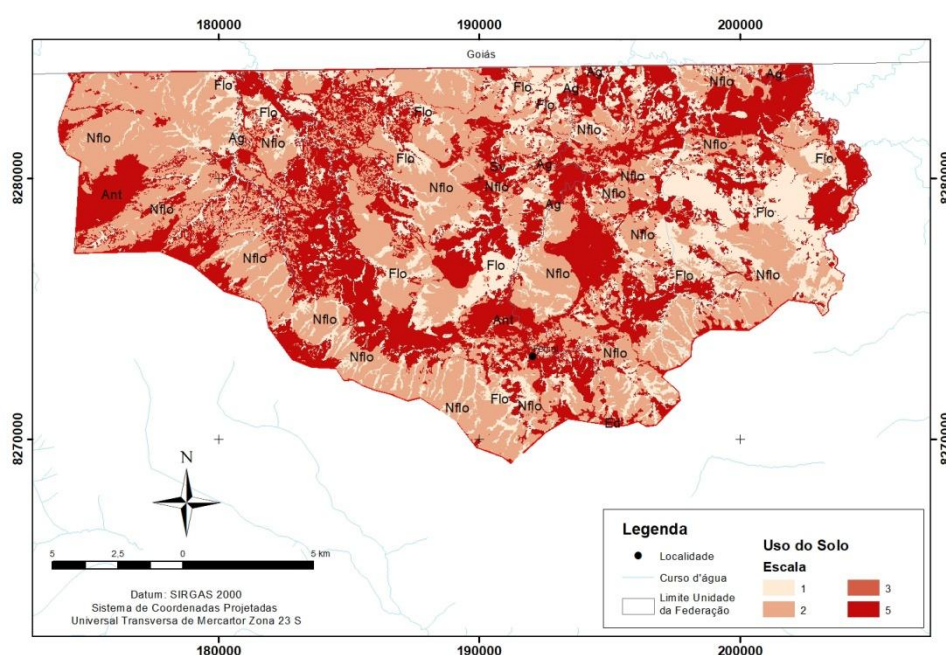
Tabela 3: Valores de suscetibilidade à erosão para os diferentes tipos de uso da terra.

Sigla	Uso da terra	Suscetibilidade
Ag	Água	5
Ant	Área Antropizada	5

Ed	Área edificada	5
Sv	Silvicultura	3
Nflo	Formação não florestal	2
Flo	Formação Florestal	1

Fonte: Adaptado de Ross (1994), Crepani et al. (1996), Dominguez (2009).

Figura 4 – Mapa de Uso da terra classificado por escala de suscetibilidade à processos erosivos.



Fonte: Adaptado de FBDS (2013)

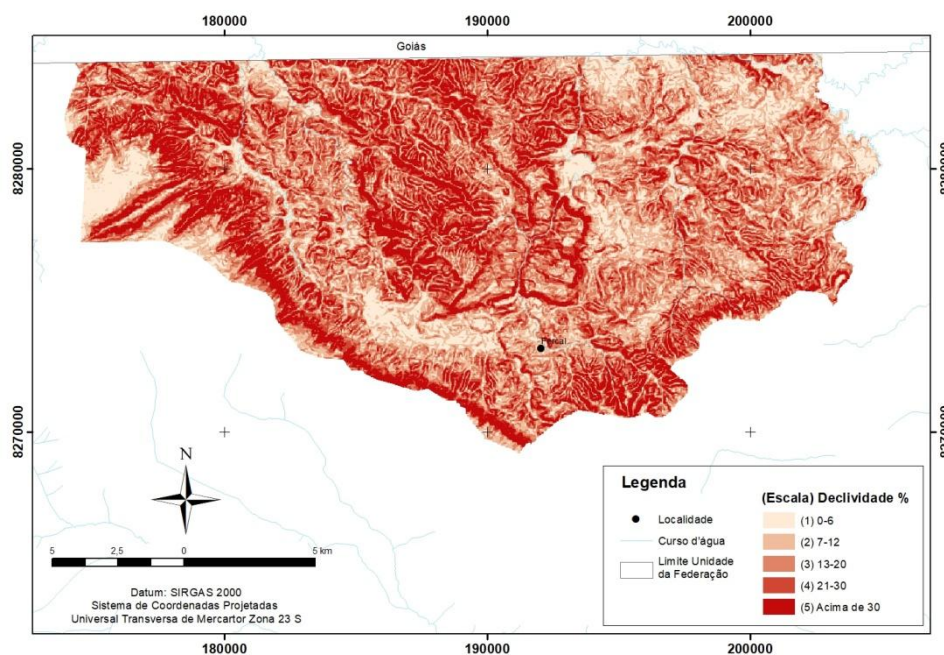
Na metodologia proposta, a geomorfologia, participa com os fatores **Declividade** e **Direção de vertente**. O primeiro fator se utiliza de intervalos de classe já consagrados nos estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola, Tabela 4 e Figura 5, associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos do vigor dos processos erosivos e dos riscos de escorregamento/deslizamento, respectivamente (ROSS, 1994).

Tabela 4: Valores de suscetibilidade à erosão para as diferentes declividades do terreno.

Declividade	Suscetibilidade
Acima de 30%	5
De 21 a 30%	4
De 13 a 20%	3
De 7 a 12%	2
Até 6%	1

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Figura 5 – Mapa de declividade classificado por escala de suscetibilidade a processos erosivos.

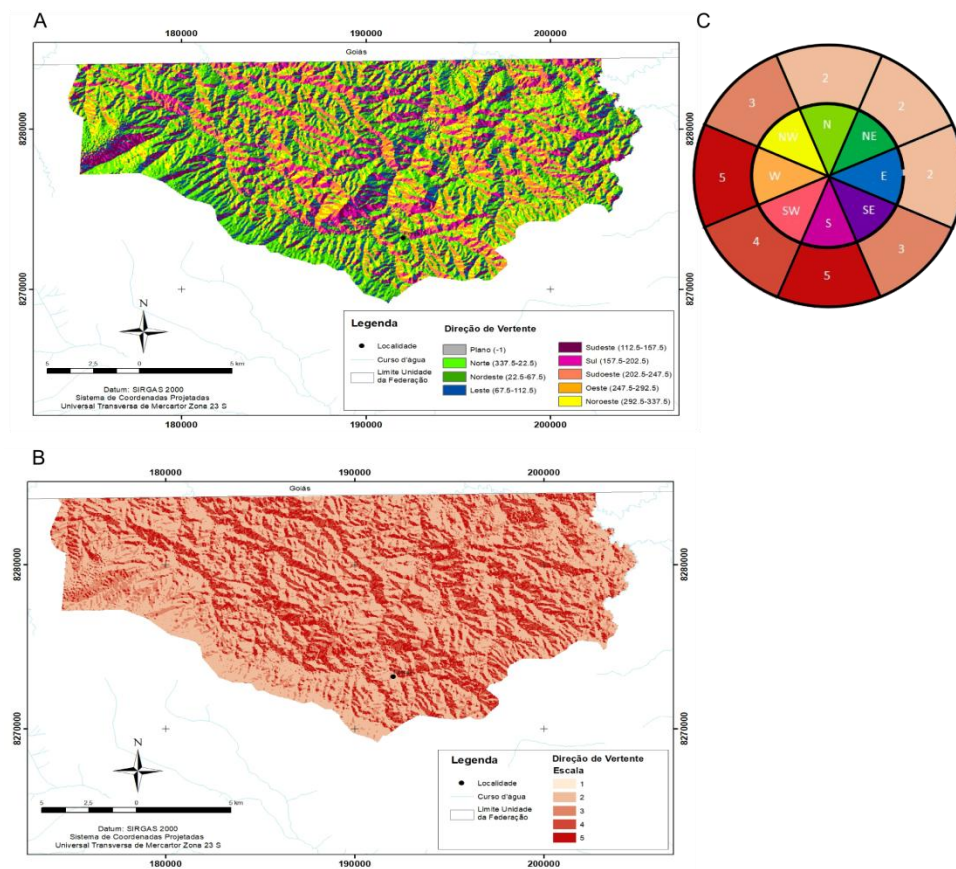


Fonte: elaborado pelo autor.

O interesse em inserir a variável **Direção de Vertente** é motivado pelo fato de a região ter uma estruturação característica, vergência estrutural para leste, tendo, portanto, grande parte de suas descontinuidades mergulhando para oeste como descrito em Fonseca (1995).

Além disso, de acordo com Soares (2002), em vertentes que se encontram em posição de menor insolação, há menos evapotranspiração e, portanto, maior quantidade de água no solo, aumentando o peso do talude. Desta forma, vertentes que concordam com a direção de mergulho das discontinuidades (oeste) e que recebem menor insolação (sul), recebem maior pontuação na escala de suscetibilidade, como apresentado na Figura 6.

Figura 6 – A) Mapa de direção de vertente. B) Mapa de direção de vertente classificado por escala de suscetibilidade a processos erosivos. C) Gráfico relacionando escala de suscetibilidade com direção de vertente.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.2 Avaliação Multicritério

Ademais, é de suma importância entender que os fatores não têm entre si o mesmo peso no potencial erosivo. Por isso, foi utilizada a Avaliação

Multicritério para ajudar na tomada de decisão, com o auxílio do Processo Hierárquico Analítico (AHP), desta forma os diferentes fatores serão combinados a fim de obter um produto mais coerente. Para tanto foram utilizados diferentes artigos de onde foi extraída a importância de cada fator em relação a outro. Por meio do método da Comparação Pareada Saaty, (1977), os fatores são comparados dois a dois, utilizando como referência uma escala contínua de nove pontos, Figura 7.

Figura 7 – Escala de classificação contínua usada para a comparação pareada de fatores na avaliação multicritério.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Muito	Fortemente	Moderadamente	Igual	Moderadamente	Fortemente	Muito	Extremamente
Menos importante					Mais importante			

Fonte: Eastman (2001)

Os pesos apresentados no Quadro 2, são derivados do principal auto vetor de uma matriz recíproca quadrada de comparações pareadas entre os fatores. Por exemplo, para diversos autores, o fator solo é extremamente mais importante do que o fator direção de vertente. Dessa forma, a comparação entre esses dois fatores seria classificada com o valor 9.

Para a definição dos pesos, foram consultados artigos que apresentavam a classificação entre os fatores considerados no presente trabalho Martini (2006) e Araújo et al. (2004), esses valores foram normalizados e os pesos foram calculados com o auxílio da *AHP Online System*.

Quadro 2 – Peso relativo entre os fatores considerados gerados a partir de Processo Hierárquico Analítico

Fator	Peso
Pedologia	0,353
Uso do solo	0,27
Declividade	0,219
Geologia	0,119

Direção de Vertente	0,04
---------------------	------

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que os critérios para a suscetibilidade (escala e peso) são definidos, o produto final pode ser obtido a partir da álgebra de mapas. A Equação (1) descreve o cálculo para cada célula do produto final, considerando-se os 5 fatores. Trata-se de uma soma ponderada que pode ser obtida multiplicando cada fator, classificado por sua escala de suscetibilidade, com o seu respectivo peso. O resultado, que dará valor à matriz final, é a soma desses valores. Desta forma, o mapa final também estará classificado com valores de 1 a 5, já que o peso de todos os fatores soma 1.

$$V_i = \sum_j W_i \times f_{ij} \quad (1)$$

Onde:

V_i : Suscetibilidade a processos erosivos

W_i : peso do fator j

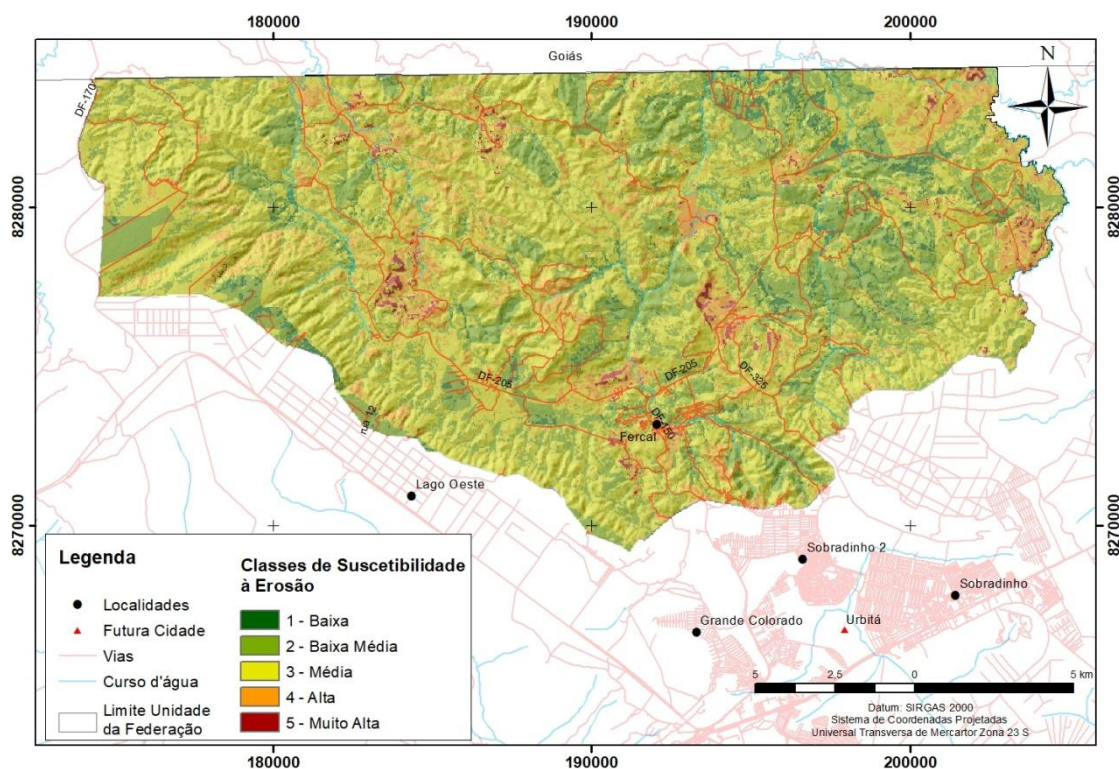
f_{ij} : valor de suscetibilidade (i) atribuído ao Fator j

4.3 Análise dos mapas de suscetibilidade à erosão

O intervalo de valores de suscetibilidade após a soma algébrica varia de 1,04 a 4,98, com uma distribuição normal assimétrica positiva. Os valores mostram que não há pixel classificado com todos os valores mínimos de suscetibilidade (1), nem com todos os valores máximos (5).

A combinação de pixels no mapa de suscetibilidade, gerados pela equação 1, resultou em 1391 diferentes valores. Por questões de praticidade na simbolização desses valores, a cada intervalo foi atribuído um valor de suscetibilidade inteiro, como é ilustrado na Figura 8 e no Quadro 3.

Figura 8 – Mapa de suscetibilidade a processos erosivos na Região Administrativa XXXI - Fercal e arredores.



Fonte: elaborado pelo autor.

Classe de muito alta suscetibilidade erosiva – valor de suscetibilidade 5. Esta classe ocupa uma área de 387,27 hectares, ou 1,22% da área mapeada. Têm em comum o fato de que são áreas já antropizadas e estão sobre nitossolos ou cambissolos. Esses pontos encontram-se sobre a zona urbana da Fercal, da comunidade do Queima Lençol e nas imediações das fábricas de cimento Ciplan e Votorantim. Além de regiões próximas à DF-205, na parte oeste da área.

Classe de alta suscetibilidade erosiva – valor de suscetibilidade 4. Esta classe engloba uma área de 3.046,86 hectares, ou 9,58% da área mapeada. São áreas antropizadas ou edificadas e, assim como a classe anterior, estão sobre nitossolo ou cambissolo. Aparecem ao redor de

áreas de muito alta suscetibilidade ou próximas à drenagens, com destaque para o Ribeirão da Pedreira e o Rio Maranhão.

Quadro 3 - Valores de suscetibilidade por área

Intervalo	Valor de Suscetibilidade	Área (ha)	Área %
1,04-1,99	1	1.110,24	3,49
2-2,99	2	9.877,32	31,05
3-3,99	3	17.385,75	54,66
4-4,49	4	3.046,86	9,58
4,5-4,98	5	387,27	1,22

Fonte: Elaborado pelo Autor

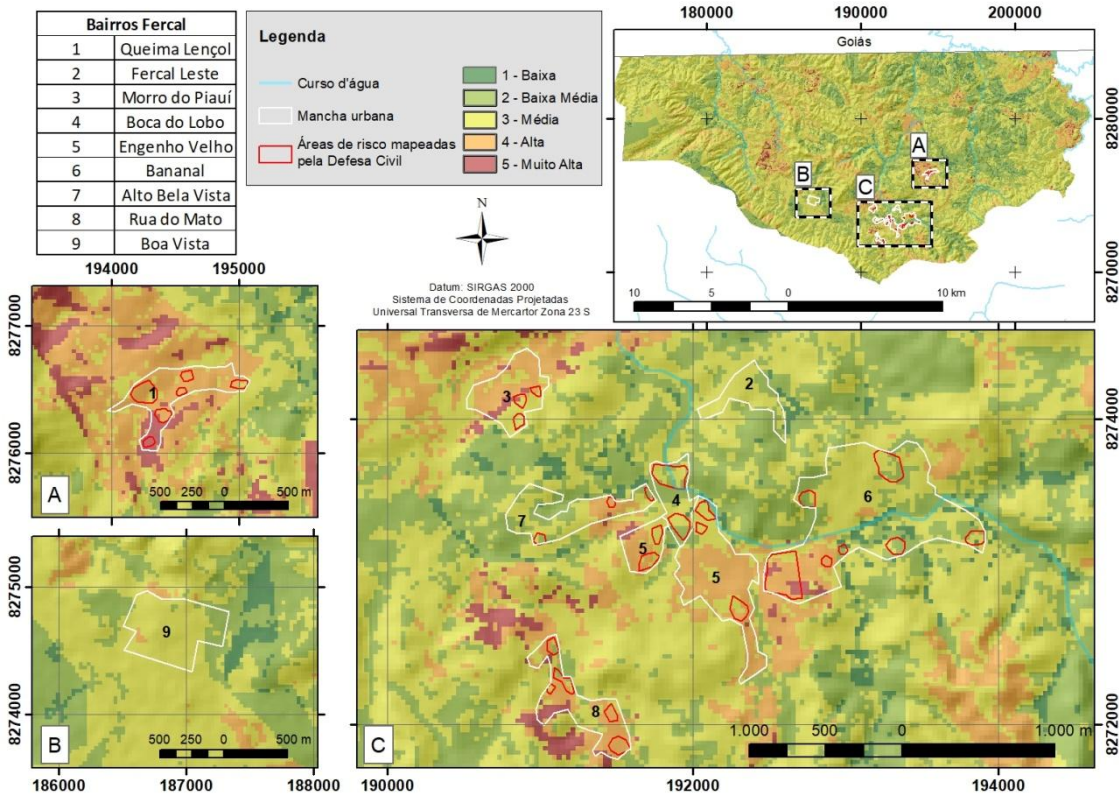
Classe de média suscetibilidade erosiva – valor de suscetibilidade 3. Esta classe engloba uma área de 17.385,75 hectares, ou 54,66% da área mapeada. É a classe que tem maior representatividade na área e que, portanto, não apresenta uma característica específica dentre os fatores considerados. Nota-se uma maior densidade dessa classe na porção oeste da região de estudo, com destaque para as bordas da Chapada da Contagem.

Classe de baixa média suscetibilidade erosiva – valor de suscetibilidade 2. Esta classe tem um total de 3.046,86 hectares da área mapeada, ou 9,58% do total. Assim como a classe anterior, que tem uma alta representatividade, e por se tratar de uma classificação intermediária, não há uma característica típica dentro dos 5 fatores considerados que conseguem descrever esta classe.

Classe de baixa suscetibilidade erosiva – valor de suscetibilidade 1. Áreas se concentram em regiões com Argissolo vermelho-amarelo, latossolo vermelho-amarelo, latossolo vermelho e por vezes nitossolo. Distribuem-se em uma área de 387,27 hectares ou 1,22% do total.

Como forma de validar os resultados obtidos, foi feito o cruzamento das áreas de risco mapeadas pela defesa civil com o mapa de suscetibilidade gerado. O conceito de risco envolve necessariamente o dano social e/ou econômico, dessa forma, apenas as áreas ocupadas foram mapeadas pelo órgão. O resultado apresentado na Figura 9 demonstra que as áreas de risco mapeadas se encontram sobre, ou muito próximas a áreas de alta a muito alta suscetibilidade. Por outro lado, na comunidade Boa Vista, não há delimitação de área de risco, o que concorda com o mapa final de suscetibilidade a processos erosivos que sugere que o bairro apresenta área de média e Baixa Média suscetibilidade a esses processos.

Figura 9: Mapa de suscetibilidade versus áreas de risco mapeadas pela Defesa Civil.



Fonte: elaborado pelo autor.

5 Considerações finais

A utilização do Sistema de Informação Geográfica permitiu integrar os elementos do meio físico a partir de operações de dados matriciais e classificar o resultado de acordo com uma classe de suscetibilidade a processos erosivos. A espacialização desse dado e a criação de mapa temático, classificado por suscetibilidade, serve de ferramenta às futuras ocupações da área, como a que pode ocorrer com o atrativo de polo de trabalho no momento da construção da Urbitá, como também serve de guia para obras de contenção em áreas já ocupadas que podem vir a sofrer com processos erosivos.

Referências

- ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DA FERCAL. Site <<http://www.fercal.df.gov.br>>, acessado em fevereiro de 2019.
- AHP PRIORITY CALCULATOR. Site <https://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php>, acessado em março de 2019.
- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. **Geomorphology**, vol. 47, 2002. pp. 107-124.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUÍ, Y. O pré-cambriano do Brasil. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. 378 p.
- ARAÚJO, P. C. de; RIEDEL, P. S.; SANTORO, J.; VEDOVELLO, R.; TOMINAGA, L. K.; BROLLO, M. J.; TAVARES, R. Analysis of susceptibility to gravitational mass flows based on conditional probability. **Proceedings of the ninth international symposium on landslides**, Rio de Janeiro, 2004. pp. 251-255.
- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, Rio de Janeiro, 1992. pp. 721-733
- COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL (CODEPLAN). **Diagnóstico do Espaço Natural do Distrito Federal**. Relatório Técnico, GDF, Brasília. 1975.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos. Editora do INPE, 2001, 137p.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; L.G.; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento Ecológico- Econômico. São José dos Campos. Editora do INPE, 1996, 18p.
- DEFESA CIVIL. Relatório de Levantamento de Áreas de Risco. **Relatório Técnico**, Brasília, 2017.
- EARTH EXPLORER. Site <<https://earthexplorer.usgs.gov>>, acessado em fevereiro de 2019.

- EASTMAN, J.R. Decision support: decision strategy analysis. **Guide to GIS and image processing**. Worcester: Clark Labs, Clark University, 2001. v.2, pp. 22.
- FARIA A. Programa Cartas de Síntese e Estudos de Integração Geológica; **mapa Geológico do Distrito Federal. Escala 1:100.000**. Brasília, DNPM;UnB, 1997.
- FIORI, A. P. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**. 3ª ED. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 576p.
- FONSECA M. A.; DARDENNE, M. A.; UHLEIN, A. A., 1995. Faixa Brasília, Setor Setentrional: Estilos Estruturais e Arcabouço Tectônico. **Revista Brasileira de Geociências**, vol 25 n. 4, 1995. pp. 267-278.
- GALETI, P. A. **Práticas de Conservação à Erosão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 278 p.
- GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações**. Bertrand Brasil, 2012. pp. 17-50.
- INFANTI JR, N; FORNASARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S. (ed.); BRITO, S. N. A. (ed.). **Geologia de Engenharia**. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998 pp. 131-152.
- MAGALHÃES, R. A. **Processos Erosivos e Métodos de Contenção**. Ouro Preto: CEEB, 1995.
- MAPBIOMAS. Site <<http://mapbiomas.org>>, acessado em janeiro de 2019.
- MARINI, O. J.; FUCK, R. A.; DANNI, J. C. - 1981 - A evolução geotectônica da Faixa Brasília e seu embasamento. **Anais do Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco e suas faixas marginais**. Salvador, 1981. pp. 100-113.
- MARTINI, L. C. P.; SHEIBE, L. F. Avaliação da Suscetibilidade a Processos Erosivos e Movimentos de Massa: Decisão Multicriterial Suportada em Sistemas de Informações Geográficas. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, vol. 6, n. 1, 2006. pp. 41-52.
- NASCIMENTO, D. M. C.; DOMINGUEZ, J. M. L. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 39, n. 3, 2009. Pp. 395-408.
- OPENSTREETMAP. Site <www.openstreetmap.org>, acessado em fevereiro de 2019.

- REATTO, A.; MARTINS, E. de S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V. da; CARVALHO JÚNIOR, O. A. **Mapa pedológico digital: SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo**. Planaltina: Editora da Embrapa Cerrados, 2004. 31p.
- ROSS J. L. S. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1991 84 p.
- SOARES, P. C.; SOARES, A. P.; FIORI, A. P. Raciocínio probabilístico aplicado à suscetibilidade de escorregamentos: um estudo de caso em Campo Largo, Paraná, Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, vol. 50, 2002. pp. 61-76.